

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.

51

Int. Cl. 2.

G 03 F 5/00

19 BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT



DT 21 07 738 C 3

11

Patentschrift 21 07 738

21

Aktenzeichen: P 21 07 738.3-51

22

Anmeldetag: 18. 2. 71

43

Offenlegungstag: 31. 8. 72

44

Bekanntmachungstag: 22. 1. 76

45

Ausgabetag: 23. 9. 76

Patentschrift stimmt mit der Auslegeschrift überein

31

Unionspriorität:

27 29 31

54

Bezeichnung: Anordnung zur Aufzeichnung von gerasterten Halbtonbildern in der Druckgraphik mit Hilfe von Laserstrahlen

73

Patentiert für: Dr.-Ing. Rudolf Hell GmbH, 2300 Kiel

72

Erfinder: Gast, Uwe, Dipl.-Phys. Dr., 2300 Rammsee

56

Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften.

DT-OS 19 01 101

DT-OS 15 97 773

FR 15 85 163

GB 10 97 735

US 33 74 311

Applied Optics, März 1966, S. 425-434

Patentansprüche:

1. Anordnung zur gerasterten Bildreproduktion, bei der eine Bildvorlage punkt- und zeilenweise optisch-elektrisch abgetastet wird und aus Elementen zusammengesetzte Bedeckungsflecke unterschiedlicher Form mittels eines Aufzeichnungsstrahls erzeugt werden, deren Bedeckung dem Tonwert der abgetasteten Bildelemente entspricht, dadurch gekennzeichnet, daß einem Originalabtastpunkt, der in üblicher Weise abgetastet wird, ein Bedeckungsfleck entspricht, dessen einzelne Elemente gleichzeitig durch Hell-Dunkel-Tasten von polarisiertem Laserlicht erzeugt werden, wobei parallele Laserstrahlen vorgesehen sind und jedem Laserstrahl ein steuerbarer Drehkristall mit nachgeschaltetem Polarisationsfilter zugeordnet ist.

2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Laserstrahlen durch Teilung aus einem Hauptstrahl gewonnen werden.

3. Anordnung nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Teilstrahlen mit Hilfe von Lichtfaserleitungen an die Aufzeichnungsstelle geleitet werden.

4. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß durch Kreuzstellung der Polarisationssebenen von Laserstrahl und Polarisationsfilter der aufzeichnende Strahl dunkelgetastet wird, und daß zur Helltastung die Polarisationssebene des Laserstrahls mit Hilfe eines zwischen beiden angeordneten Drehkristalles aus dieser Dunkelstellung drehbar ist.

5. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß Regeleinrichtungen vorgesehen sind, welche die Betriebstemperatur der Kristalle konstant halten.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, gekennzeichnet durch einen Flüssigkeitsvorratsbehälter mit konstanter Flüssigkeitstemperatur, eine Umwälzpumpe und ein Rohrsystem, durch welches die Kühlflüssigkeit nacheinander zu den Steuerkristallen und dem Laserstrahlgenerator geleitet wird.

Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur gerasterten Bildreproduktion, bei der eine Bildvorlage punkt- und zeilenweise optisch-elektrisch abgetastet wird und aus Elementen zusammengesetzte Bedeckungsflecke unterschiedlicher Form mittels eines Aufzeichnungsstrahls erzeugt werden, deren Bedeckung dem Tonwert der abgetasteten Bildelemente entspricht.

Entsprechend dem Sprachgebrauch der Druckgraphik besteht ein gerastertes Halbtonbild aus »Rasterpunkten«. In Wirklichkeit sind diese Rasterpunkte jedoch schwarze Flecken innerhalb von Rasterfeldern, die durch ein gedachtes Netz orthogonaler Linien entstehen, welches das Bildfeld überzieht. Die Flecke füllen die Rasterfelder mehr oder weniger stark aus. Sie sind sehr klein, wenn sie weiße oder helle Partien des Bildes darstellen, sie sind größer und bedecken das Feld mehr oder fast ganz, wenn sie dunklere oder schwarze Bildpartien darstellen sollen. Solche Flecke entstehen, indem fein gebündelte Lichtstrahlen Lichtpunkte auf dem Aufzeichnungsfilm erzeugen, gleichzeitig bewegt und währenddessen dunkel- bzw. hellgetastet werden.

Die Lichtpunkte sind um fast zwei Größenordnungen kleiner als die »Rasterpunkte«. Um Mißverständnisse zu vermeiden, wird im folgenden der Begriff »Rasterpunkte« vermieden und durch den Begriff »Bedeckungsfleck« ersetzt.

Geräte zur Reproduktion gerasteter Halbtonbilder arbeiten entsprechend dem Stand der Technik so, daß über einen lichtempfindlichen Aufzeichnungsfilm eine Kontaktrasterfolie gelegt wird, durch die hindurch ein Lichtstrahl, der nur die Bildinformation trägt, den Film belichtet. Diese Arbeitsweise ist umständlich, sie kostet Zeit und erfordert viel Sorgfalt. Dennoch birgt sie viele Unsicherheiten in sich, da bei Mehrfarbendruck für jeden Rasterdrehwinkel eine eigene Kontaktrasterfolie notwendig ist. Zudem sind diese Folien mechanisch empfindliche und verschleiben relativ schnell. Deshalb besteht der Wunsch, die Rasterfolie zu vermeiden, und die Rasterinformation zusätzlich zu der Hell/Dunkelinformation dem belichteten Lichtstrahl aufzuladen. Merkmal bekannter solcher Anordnungen ist, daß innerhalb der Rasterflächen Schwarzungsflecke verschiedener, dem Dichtewert der aufzuzeichnenden Bildstelle entsprechender Größe aufgezeichnet werden. Diese Flecke werden von einem einzigen Lichtstrahl aufgezogen, der sich nacheinander in nebeneinanderliegende Linien über das Rasterfeld bewegt, wobei er entsprechend einem vorgegebenen Programm hell- bzw. dunkelgetastet wird.

Als Quellen für Lichtstrahlen werden vornehmlich Kathodenstrahlröhren benutzt. Diese aber sind nicht hell genug, um die Anforderungen an Aufzeichnungsgeschwindigkeit, die an moderne Geräte gestellt werden müssen, zu erfüllen. Zudem machen sich Ungleichmäßigkeiten der Leuchtschirmkristalle und Nachleuchten des Bildschirms störend bemerkbar. Als Verbesserung wurde vorgeschlagen, die Aufzeichnung der Rasterpunkte durch mehrere einzeln gesteuerte Lichtstrahlen vorzunehmen, welche nebeneinanderliegende Lichtpunkte auf die Aufzeichnungsfolie projizieren. Die Lichtpunkte sind fest positioniert und werden nicht abgelenkt; lediglich ihre Helligkeit wird gesteuert. Deshalb können andere lichtstarke steuerbare Lichtquellen als Elektronenstrahlröhren, z. B. Hohlkathoden-Glimmlampen, verwendet werden. Doch auch diese erfüllen die Anforderungen nicht befriedigend, da sie nicht hellstark genug sind und nicht schnell genug getastet werden können.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, Helligkeit und Tastgeschwindigkeit der Anlage entscheidend zu verbessern und damit die Aufzeichnungsgeschwindigkeit zu vergrößern. Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, daß einem Originalabtastpunkt, der in üblicher Weise abgetastet wird, ein Bedeckungsfleck entspricht, dessen einzelne Elemente gleichzeitig durch Hell-Dunkel-Tasten von polarisiertem Laserlicht erzeugt werden, wobei parallele Laserstrahlen vorgesehen sind und jedem Laserstrahl ein elektrisch steuerbarer Drehkristall mit nachgeschaltetem Polarisationsfilter zugeordnet ist.

Merkmal der Erfindung ist ferner, daß mehrere Laserstrahlen durch Teilung aus einem Hauptstrahl gewonnen und daß die Teilstrahlen mit Hilfe von Lichtfaserleitungen an die Aufzeichnungsstelle geleitet werden.

Weiteres Merkmal der Erfindung ist, daß durch Kreuzstellung der Polarisationssebenen von Laserstrahl und Polarisationsfilter der aufzeichnende Strahl dunkelgetastet wird, und daß zur Helltastung die Polarisations-

tionsebene des Laserstrahls mit Hilfe eines zwischen beiden angeordneten Drehkristalles aus dieser Dunkelstellung gedreht wird.

Zur Verbesserung des Verfahrens gemäß der Erfindung sind Regeleinrichtungen vorgesehen, welche die Betriebstemperatur der Kristalle konstant halten. Sie sind gekennzeichnet durch einen Flüssigkeitsvorratsbehälter mit konstanter Flüssigkeitstemperatur, eine Umwälzpumpe und ein Rohrsystem, durch welches die Kühlflüssigkeit nacheinander zu den Steuerkristallen und dem Laserstrahlgenerator geleitet wird.

Die Erfindung wird in den Fig. 1 bis 4 näher beschrieben. Es zeigt

Fig. 1 ein Prinzipschaltbild einer Anlage gemäß der Erfindung mit mehreren Laserstrahlen,

Fig. 2 Rasterfeldbilder mit verschiedenen großen Bedeckungsflecken, aufgezeichnet mit Hilfe der Anlage nach Fig. 1,

Fig. 3 eine Einrichtung zur Kühlung der Anlage nach Fig. 1,

Fig. 4 eine vorteilhafte Variante der in Fig. 1 dargestellten Anlage.

In Fig. 1 ist eine der Erfindung entsprechende Anlage gezeigt, mit deren Hilfe Bedeckungsflecke durch mehrere nebeneinander angeordnete Lichtstrahlen aufgezeichnet werden. Ein Motor 1 treibt die auf einer gemeinsamen Achse 2 befindlichen Walzen 3 und 4 in der Drehrichtung 44 an. Auf der Walze 3 ist eine Vorlage 5 aufgespannt, von der eine gerasterte Aufzeichnung auf eine Filmsolie 6 übertragen werden soll, die auf die Walze 4 aufgespannt ist. Die Übertragung erfolgt im Beispiel im Maßstab 1:1, sie könnte aber auch entsprechend bekannten Verfahren maßstabverändert erfolgen.

Zu irgendeinem Zeitpunkt der ablaufenden Übertragung wird eine Stelle 7 der Vorlage 5 durch die Abtastoptik 8 abgetastet. Die mit Hilfe der Fotozelle 9 ermittelten Helligkeitswerte werden als elektrische Signale über die Leitung 10 zu dem Rechenglied 11 übertragen, z. B. einem Farbrechner oder/und einem Gradationswandler. Eine zweite Abtastoptik 12 mit einer Fotozelle 13 tastet gleichzeitig von einer Strichskala 14 am Rande der Walze 3 Impulse ab, die über eine Leitung 15 zu einem Taktgeber 16 gelangen. Dieser liefert an die Taktleitungen 17 und 18 Taktpulse, deren Frequenzen mit der Aufzeichnungsfrequenz der Rasterflecke synchron gekoppelt sind.

Die im Rechenglied 11 ermittelten Werte entsprechen der Dichte, die zu jedem Zeitpunkt an der abgetasteten Stelle 7 der Vorlage 5 herrscht. Beim Farbscanner bezieht sich diese Dichte auf die Farbe, von der gerade ein Auszug gemacht wird.

Die Dichtewerte, die an der Ausgangsleitung 19 des Rechengliedes 11 Analogwerte sind, werden im Takt der durch die Leitung 17 zugeführten Impulse im Komparator 20 mit einer Graustufenskala verglichen und in eine Nummernreihe eingeordnet.

Der gesamte Dichtebereich zwischen Weiß und Schwarz ist in eine festgelegte endliche Anzahl von Graustufen eingeteilt, die um gleiche Dichtewerte ansteigen. Jeder dieser Graustufen ist das Bild eines Bedeckungsfleckes zugeordnet, dessen Größe der ermittelten Dichtestufe entspricht. Die elektronischen Daten zur Aufzeichnung dieser Flecke und die zugeordneten Speicheradressen seien in einem besonderen Verfahren, das nicht Gegenstand der Erfindung ist, bereits vor Beginn des Arbeitsablaufes ermittelt, über eine Leitung 21 und ein Eingaberegister 22 in einen Speicher 23 ein-

gelesen worden. Sie stehen für diesen Arbeitsablauf und — wenn erforderlich — auch für spätere zur Verfügung.

Der im Komparator 20 ermittelten Nummer der Dichtestufe wird im Codierer 24 eine binäre Zahl zugeordnet. Sie ist die Adresse, unter der die Aufzeichnungsdaten des zugeordneten Rasterfleckes im Speicher 23 abgerufen werden können. Diese Zahl wird als eine Kombination binärer Spannungswerte über den Leitungsweg 25, der z. B. aus sechs Adern besteht, wenn die Anzahl der verschiedenen Bedeckungsflecke 64 beträgt, einem Adressenregister 26 zugeleitet. Damit ist die Adresse aufgerufen, unter der die Aufzeichnungsdaten des ermittelten Bedeckungsfleckes gespeichert sind. Sofort beginnt, durch eine speichereigene elektronische Automatik gesteuert, das Auslesen dieser Daten in ein Ausleseregister 27, von wo aus sie über einen Leitungsweg 28 zu einem Rasterrechner 29 weitergeleitet werden. Der Rasterrechner wird über die Taktleitung 18 durch einen Takt gesteuert, der die gleiche Frequenz wie der Takt an Leitung 17 hat, ihm gegenüber aber um eine kleine Zeit verzögert ist. Dadurch werden die Operationszeit des Codierers 24 und die Zykluszeit des Speichers 23 kompensiert.

Der Rasterrechner 29 hat ebenso viele Ausgänge 30 wie Lichtpunkte zur Aufzeichnung nebeneinander angeordnet sind. Im Falle unseres Beispiels sind dies nur fünf, in der Praxis aber können bis zu zehn zweckmäßig sein. Diese Ausgänge sind mit Verstärkern 31 verbunden. Es seien beispielsweise Transistoren, deren Emittoren an dem Nullpotential Masse liegen, und deren Kollektoren 32 über die Widerstände 33 mit dem Pluspol der Spannungsquelle verbunden sind. Die Kollektoren 32, die gleichzeitig Ausgänge der Verstärker sind, sind mit Steuerelektroden 34 von sogenannten Drehkristallen 35 verbunden. Drehkristalle haben die Eigenschaft, die Polarisations Ebenen von polarisiertem Licht, das durch sie hindurchgeht, unter der Einwirkung eines elektrischen Feldes zu drehen.

Ein Laser 36 erzeugt einen konstanten polarisierten Lichtstrahl 37, der nacheinander fünf lichtteildurchlässige Spiegel 39 passiert. Dabei werden aus dem Laserlichtstrahl 37 Teilstrahlen 40 ausgespiegelt und durch Justieren der Spiegel 39 auf die Aufzeichnungsstelle 43 des Aufzeichnungsfilms 6 gelenkt. Die Teilstrahlen müssen sorgfältig und genau ausgerichtet werden, so daß sie eine Gruppe von eng nebeneinanderliegenden Lichtpunkten projizieren, die so breit ist wie die Diagonale eines Rasterfeldes. Die Spiegel sind unterschiedlich bedampft, so daß die einzelnen Teilstrahlen 40 trotz unterschiedlicher Reflexionswinkel α angenähert gleiche Lichtintensität haben. Durch Regeilung mit Hilfe eines Graukreis 42 wird genaue Gleichheit erzielt.

Die Lichtstrahlen 40 passieren auf ihrem Weg von dem Spiegel 39 zur Aufzeichnungsstelle 43 die Drehkristalle 35, Polarisationsfilter 38 und Linsen 41. Die Polarisations Ebenen der Filter 38 sind um genau 90° gegenüber der Polarisations Ebene des Teilstrahls gedreht. Es geht also kein Licht hindurch, so daß die Strahlen 40 auf der dem Aufzeichnungsfilm 6 zugekehrten Seite dunkel sind. Dieser Zustand besteht, solange die Kristalle 35 nicht erregt sind.

Gelangt über Leitung 30 und Verstärker 31 Spannung an die Steuerelektrode 34 eines Drehkristalles 35, so entsteht, da die Gegenelektrode Nullpotential hat, im Kristall ein elektrisches Feld, das die Polarisations Ebene des Laserteilstrahls 40 dreht. Da das polarisierte Laserlicht nun nicht mehr unter dem Sperrwinkel auf

das Filter trifft, kann ein Teil des Lichtes passieren. Dieser Lichtanteil ist entsprechend einer nichtlinearen Funktion abhängig von der Winkeldrehung der beiden Polarisations Ebenen. Im vorliegenden Falle soll die Tastung nur zwischen »zu« und »auf« erfolgen, so daß die Kristalle 35 als Lichtschalter benutzt werden.

Die Teilstrahlen 40, die im Beispielsfalle aus einem Hauptlaserstrahl gewonnen wurden, könnten natürlich auch von je einem eigenen Laserstrahlgenerator geliefert werden, doch wäre diese Ausführung nicht sinnvoll, da Aufwand und Kosten zu hoch wären.

Die Aufzeichnungswalze 4 dreht sich in der durch den Pfeil 44 angegebenen Richtung. Die durch die fest positionierten Strahlen 40 bei Helltastung auf die Trägerfolie 6 an der Stelle 43 projizierten Lichtpunkte zeichnen nebeneinanderliegende Linien auf. Durch die Hell/Dunkeltastung mit Hilfe der Kristalle werden aus diesen Linien Rasterflecke aufgezeichnet, die im Beispiel als auf der Spitze stehende Quadrate erscheinen. Sie sind zum besseren Verständnis übertrieben groß gezeichnet. In Wirklichkeit sind sie so klein, daß sie mit dem bloßen Auge einzeln nicht erkennbar sind. Praxisnahe Abmessungen sind etwa 0,25 mm Rasterfeldbreite und bei einer Anzahl von z. B. zehn Teilstrahlen 0,025 mm Lichtpunktdurchmesser.

In Fig. 2 sind Rasterfelder mit verschiedenen geformten und verschiedenen großen Bedeckungsflecken dargestellt. In dem quadratischen Rasterfeld 45 befindet sich der Bedeckungsfleck 46. Er ist auf die eben beschriebene Weise durch Hellsteuerung der Strahlen 40 entstanden, die sich über die Bahnen 53 bis 57 entlang der Richtung 44 bewegen. Durch Steuerung dieser Strahlen entsprechend anderer Daten können mannigfaltige Fleckformen erzeugt werden. Die Beispiele 2a und 2b stellen kleinere, 2c und 2d größere Flecke dar.

Fig. 3 zeigt eine vorteilhafte Ausführung einer Vorrichtung zur Temperaturregelung für Laser und Kristalle. Sie betrifft die Anlage nach Fig. 1. Der Lichtstrahl 37 des Lasers 36 wird, wie aus der Beschreibung bekannt, durch die Spiegel 39 in die Teilstrahlen 40 zerlegt, welche durch die Steuerkristalle 35 hindurch an die Aufzeichnungsstelle 43 auf der Aufzeichnungsfolie 6 gelangen. Die Kristalle 35 sind in einem Kühlkasten 85 eingebaut, der mit einem gasförmigen oder flüssigen Kühlmittel gefüllt ist, welches die Kristalle umspült. Vorteilhafterweise wird Wasser verwendet. Die Kristalle sind flüssigkeits- bzw. luftisoliert eingebaut, jedoch mit Mitteln, die bestmöglichen Wärmeaustausch gewährleisten. Die Zuführungen zu den Elektroden der Kristalle geschehen über Anschlußbahnen 86.

Aus einem Vorratsbehälter 87 wird das Kühlwasser über eine Rohrleitung 88 in den Kühlkasten 85 geleitet, durchfließt ihn und umspült dabei die Kristalle. Über die Rohrleitung 89 verläßt das Kühlwasser den Kühlkasten 85 und wird zu dem Laser 36 weitergeführt, der ebenfalls in einen Kühlkasten 90 eingebaut ist. Die

Kühlflüssigkeit wird durch eine Ausgangsleitung 91 weitergeleitet entweder als Abwasser oder sie fließt in den Ausgangsbehälter 87 zurück.

Während des Durchflusses durch den Kühlkasten 85 verliert die Kühlflüssigkeit nur wenig von ihrer Kühlfähigkeit, da der Energieumsatz in den Kristallen relativ gering ist. Große Kühlung aber ist für den Laser notwendig, da der weitaus größte Teil der zugeführten Energie wegen des geringen Wirkungsgrades des Lasers abgeführt werden muß. Deshalb fließt das Kühlwasser zunächst durch den Kasten 85 mit den Steuerkristallen und erst dann durch den Laserkühlkasten 90. Es wird vorausgesetzt, daß der Vorratsbehälter 87 immer genügend Kühlflüssigkeit mit konstanter Temperatur liefern kann. Der Transport der Kühlflüssigkeit wird durch eine Pumpe 92 gewährleistet.

Es ist in der Praxis recht schwierig, die Teilstrahlen 40 mit Hilfe der Spiegel 39 durch die Steuerkristalle 35, die Polarisationsfilter 38 und die Linsen 41 hindurch auf die genaue Position 43 des Aufzeichnungsfilms 6 zu lenken. Die Lichtpunkte, welche die einzelnen Strahlen auf dem Film abbilden, haben wie erwähnt nur 0,025 mm Durchmesser, und die ganze Punktgruppe an der Aufzeichnungsstelle ist nur etwa 0,25 mm breit. Die genaue Positionierung der einzelnen Lichtpunkte innerhalb der Gruppe wäre nur möglich, wenn für die Justierung jedes einzelnen der Spiegel 39 Feineinstellvorrichtungen mit Mikrometerschraubenantrieb verwendet würden. Durch eine Ausführungsvariante, die in Fig. 4 dargestellt ist, wird eine wesentliche Verbesserung erreicht.

Die Aufteilung des Laserstrahls 37 erfolgt wie in Fig. 1 mit Hilfe der teildurchlässigen Spiegel 39, die aber nun alle um etwa den gleichen Winkel oder um einen Winkel, der für die Entnahme des Lichtanteils für den Teilstrahl günstig ist, abgelenkt werden. Jeder Teilstrahl 40 wird nach Passieren von Drehkristall 35 und Polarisationsfilter 38 durch die Linse 41 und den Glimmkristall 42 auf die Eingangsstirnfläche 93 eines Lichtfaserleiters 94 projiziert. Der Durchmesser der Seele dieses Lichtleiters hat die Größenordnung von 0,1 mm.

Die ausgangsseitigen Enden der Lichtfaserleiter aller Teilstrahlen werden zusammengefaßt, so daß sie alle nebeneinander liegen, und die Stirnflächen 95 eine Ebene bilden. Durch eine Haltevorrichtung 96 werden sie fixiert. Wenn alle Strahlen 40 hellgetastet sind, erscheint auf diesen Stirnflächen eine Reihe von Leuchtpunkten, die alle gleich groß, exakt ausgerichtet sind und gleiche Abstände haben. Diese Punktreihe wird mit Hilfe eines Objektivs 97 verkleinert und an die Aufzeichnungsstelle 43 projiziert. Der Verkleinerungsmaßstab bestimmt die Breite der Punktreihe 43 und damit die Breite der Rasterfelder bzw. die sogenannte Rasterweite. Durch Auswechseln oder Verstellen des Objektivs 97 kann der Verkleinerungsmaßstab geändert werden. So können Raster verschiedener Feinheit aufgezeichnet werden.

Fig. 2

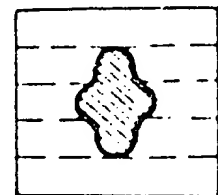
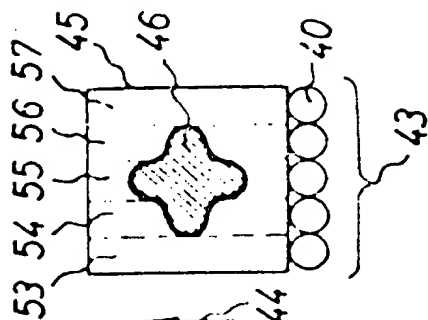


Fig. 2b

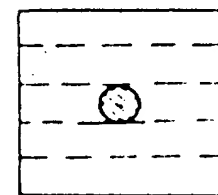


Fig. 2a

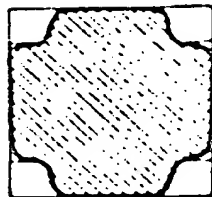


Fig. 2d

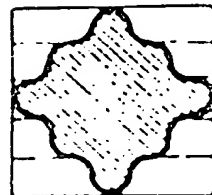


Fig. 2c

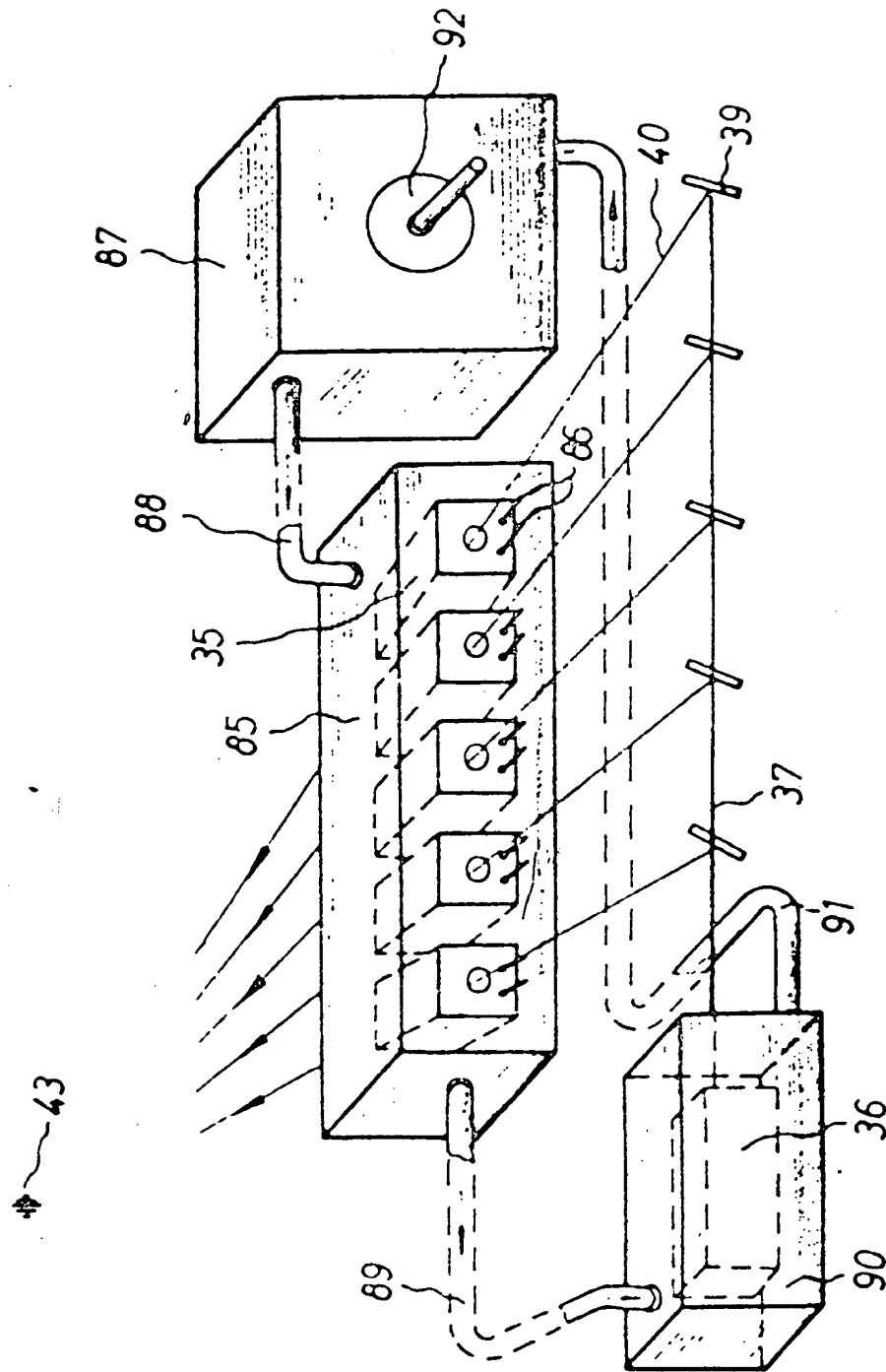


Fig. 3

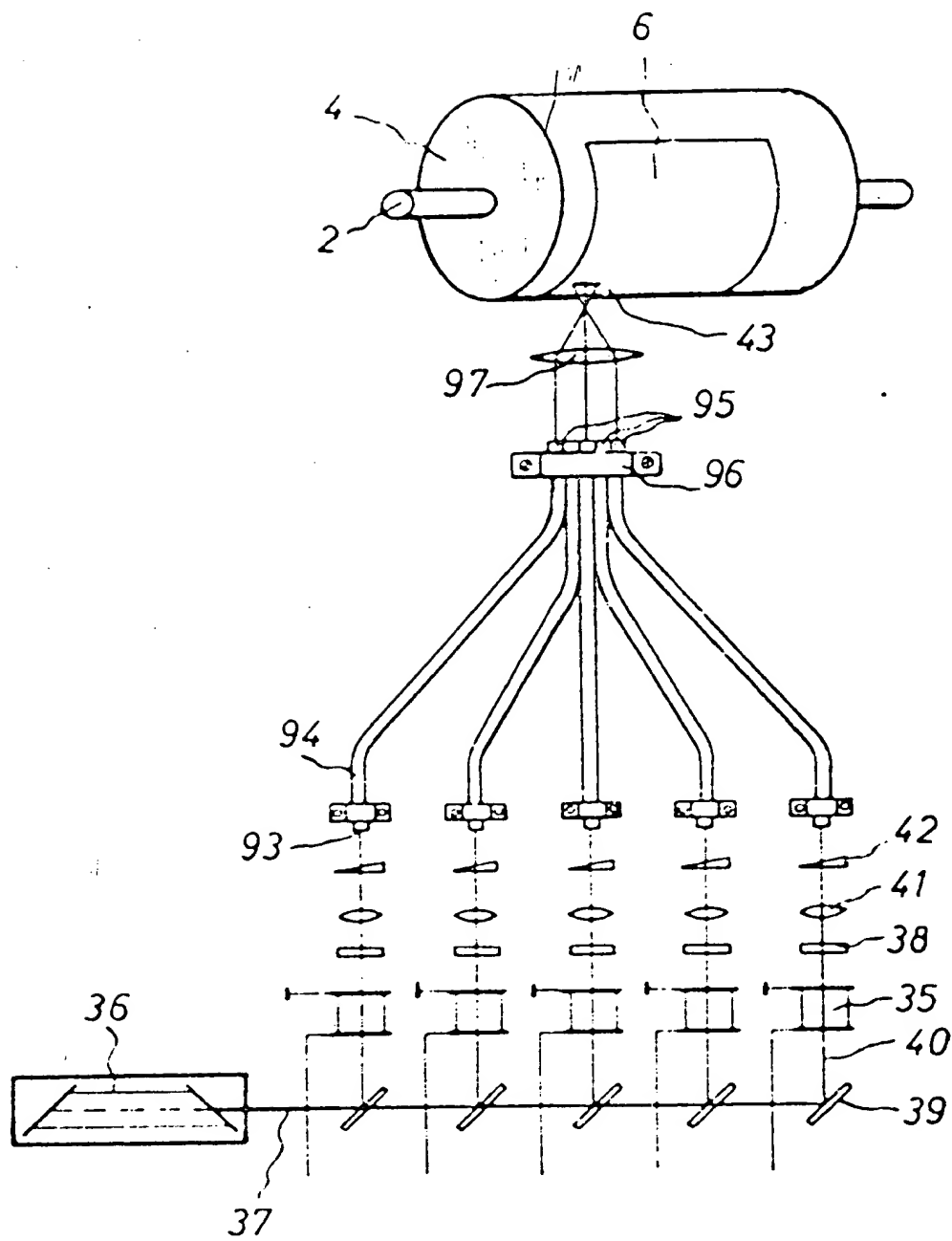


Fig. 4

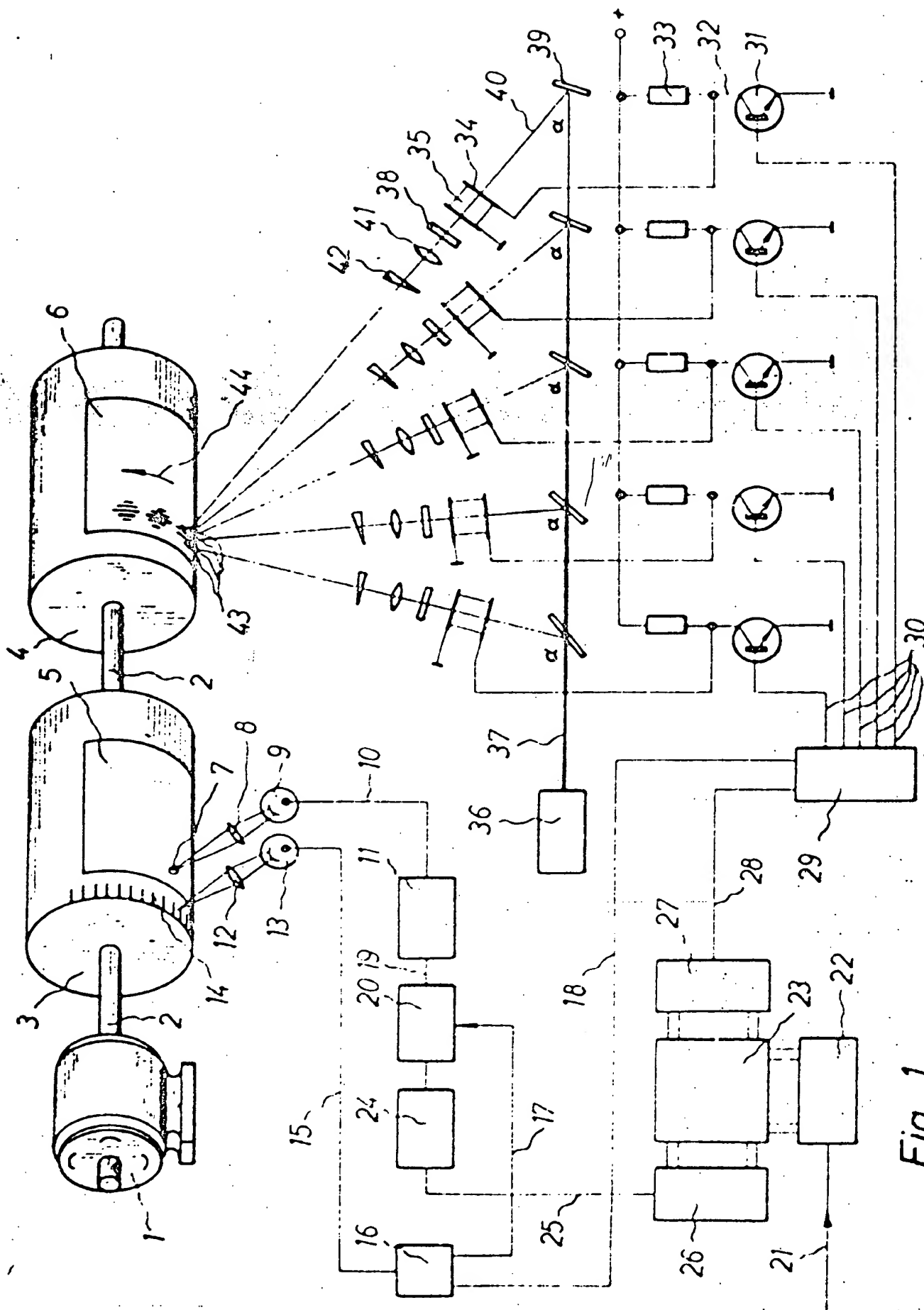


Fig. 1